GIOVANNI FOSSATARO
Ingegnere del Genio civile

# I lavori di escavazione sulla barra della Mersey

ESTRATTO dal *Giornale del Genio Civile* - Anno 1910

ROMA
STABILIMENTO TIPO-LITOGRAFICO DEL GENIO CIVILE
1910

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA
Legato Anselmi
PA. - b -
1296

GIOVANNI FOSSATARO
Ingegnere del Genio civile

# I lavori di escavazione sulla barra della Mersey

Estratto dal *Giornale del Genio Civile* – Anno 1910

ROMA
STABILIMENTO TIPO-LITOGRAFICO DEL GENIO CIVILE
1910

PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

# INDICE


Premessa . . . . . Pag. 3

*Cenni sulla Mersey e sulla baia di Liverpool:*

Corso della Mersey . . . . . » 4
Canali esterni . . . . . » 5
Marea . . . . . » 5
Condizioni della barra nell'anno 1890 . . . . . » 6
. . . . . » ivi

Primi tentativi per approfondare la barra . . . . . » 7

Inizio dei lavori su più vasta scala . . . . . » 10

Perfezionamenti introdotti nelle draghe aspiratrici:

Bocca del tubo di aspirazione . . . . . » 10
Disposizioni particolari dei pozzi per evitare perdite durante il carico . » 11
Sistema di chiusura delle tramogge dei pozzi. . . . . » 12
Apparecchio per misurare la percentuale di sabbia nel miscuglio . . . » 13

Cenni sulle nuove draghe:

Draga *Braneker* . . . . . » 13
Id. *G. B. Crow* . . . . . » 14
Id. *Coronation* . . . . . » ivi

Risultati ottenuti . . . . . » 15

Nuovi lavori progettati . . . . . » 16

La draga *Leviathan* . . . . . » ivi

Cenni sulla condotta dei lavori . . . . . » 20

Costo delle draghe e dell'esercizio . . . . . » 22

Conclusione . . . . . » 23

Prima del 1885 gl' ingegneri marittimi ritenevano impossibile la rimozione delle barre di foce ed il mantenimento dei fondali mediante il semplice escavo con macchine effossorie, senza ricorrere cioè alla costruzione di opere permanenti.

L'insuccesso dei lavori intrapresi sulla barra del Mississipi, dove per molti anni una potente draga fu impiegata a scavare rapidamente ad ogni marea un canale di accesso per le navi, canale che si riempiva non appena formato, sembrava confermare tale opinione, tantochè per migliorare le condizioni di navigabilità della foce del Mississipi si ricorse invece, seguendo il sistema italiano, alla costruzione di dighe, che, eseguite dal 1875 al 1879, fecero aumentare i fondali da m. 2,40 a m. 9. Anche i lavori eseguiti in Italia a Venezia, e sulle spiaggie sottili dello Adriatico, ed a Sulina per la foce del Danubio, nonchè nel Rodano, nella Senna, nell'estuario olandese (Nuova Mosa, Ymuiden, Nieuwe Waterweg), confermarono l'opinione che la costruzione di opere permanenti fosse mezzo molto raccomandabile per sopperire all' inconveniente delle barre di foce.

Senonchè nel 1885 ottenne un notevole risultato l'escavazione artificiale del canale di Gedney, costituente l'accesso dal mare al porto di New York. Quel canale, che con lunghezza di m. 2250 e larghezza di m. 330 aveva profondità di m. 6,90, venne portato, in circa quattro anni di lavoro mediante piccole draghe ad aspirazione, a conseguire nella sua maggior parte fondali varianti da m. 9,60 a 10, coll'asportazione in totale di circa 1 500 000 $m^3$ di materia.

Questo risultato, benchè limitato ad un solo caso, fu quello appunto che mostrò come in determinate condizioni, e sopratutto con mezzi proporzionati, le barre di foce possano essere approfondate, senza ricorrere a costosi moli guardiani o dighe, opere che ormai sono insufficienti a mantenere sulla bocca dei porti-canali i fondali sempre maggiori, oggi richiesti dalla navigazione, fondali che è vano pretendere di ottenere con le sole forze naturali [1].

E ciò è confermato pienamente dai lavori che da 20 anni si eseguono sulla barra della Mersey.

Avendo avuto nello scorso anno occasione, per incarico datomi dal sig. Presidente del Magistrato alle Acque, di visitare il porto di Liverpool, credo far cosa utile offrendo in questa nota una breve descrizione dell'andamento dei detti

[1] V. *Giornale del Genio Civile*, 1909, pag. 16, « Sul Canale di Suez », dell'ingegnere Italo Maganzini.

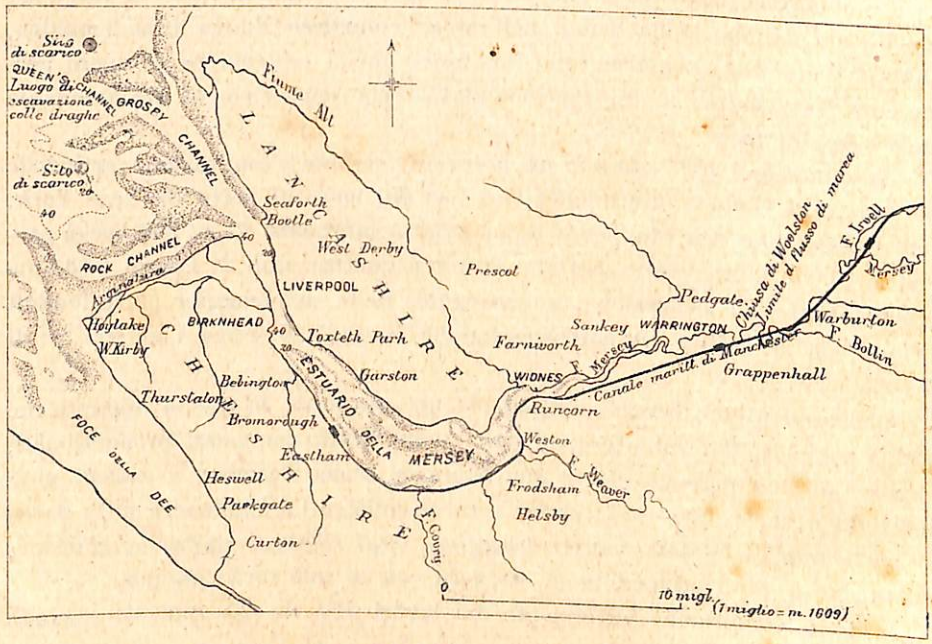
lavori e dei risultati ottenuti, con speciale riguardo ai perfezionamenti introdotti nelle draghe aspiratrici impiegatevi.

## Cenni sulla Mersey e sulla baia di Liverpool.

*Corso della Mersey.* — La Mersey propriamente detta è formata dalla riunione dei due fiumi Goyt e Etherow a circa 6400 m. all'Est della città di Stockport nel Cheshire. Il Goyt nasce presso il capo Axe e scorre per circa 24 km. verso il Nord; il secondo ha origine nel punto ove si riuniscono le tre contee di Yorkshire, Derbyshire e Cheshire, e percorsi circa 25 km. in direzione di Sud-Ovest si getta nel Goyt.

Da questo punto alla foce presso New Brighton la Mersey ha una lunghezza di 113 km. misurata lungo il filone. Per i primi 43 km. si presenta come un corso d'acqua insignificante e tortuoso fino al suo affluente Irwell; aumenta poi gradatamente in larghezza fin presso Runcorn e di qui, allargandosi rapidamente, forma l'estuario superiore, *upper estuary*, che è lungo 18 km. e largo m. 2800 all'origine, 4800 nel mezzo e 2000 all'estremità a valle fra Bromborough e Dingle Point, costituente la parte al Sud di Liverpool.

Nell'ultima parte del suo corso, per una estesa di 10 km. circa, il letto del fiume non ha più che una larghezza variabile da 900 a 2000 m.




Piano dell'estuario della Mersey e della baia di Liverpool.

A New Brighton la spiaggia del Cheshire volge bruscamente ad Ovest e forma con la spiaggia del Lancashire, che segue la primitiva direzione verso il mare, la baia di Liverpool, od estuario inferiore, di forma svasata e più o meno ingombra di banchi di sabbia, che in parte emergono a bassa marea.

Gli affluenti principali della Mersey sono l' Irwell passante per Manchester e la Weaver, sulla quale si ha un'attiva navigazione.

Il bacino del fiume ha una superficie di 4465 km$^2$: la portata ordinaria varia da 35 a 53 m$^3$ al minuto secondo.

L'estuario superiore sopra mentovato è un ampio letto, ingombro di banchi di sabbia, attraversato da rami d'alveo sufficientemente fissi di posizione: l'uno, lo Sloyne, largo e profondo, si mantiene ad Ovest verso Eastham dove sbocca il canale di Manchester, l' altro più sinuoso e meno profondo piega verso Garston. Questo estuario interno nel flusso funziona da bacino di raccolta e contribuisce a mantenere i fondali nel tronco fra Liverpool e New Brighton e nei passi attraversanti l'estuario inferiore od esterno.

Senza la presenza di questo serbatoio, nel quale ad ogni marea s'immagazzina una ingente quantità di acqua valutata a circa 543 milioni di m$^3$ in acque vive, la foce della Mersey sarebbe senza dubbio un canale insignificante inadatto allo stazionamento delle numerose navi che attualmente vi trafficano; ed ogni riduzione nella sua capacità farebbe diminuire i fondali a valle. Ond'è che invece, nell' intento di migliorarne la efficacia, si fece sboccare il canale di Manchester ad Eastham, facendogli costeggiare la riva Ovest anzichè stabilirlo nel mezzo dell'estuario come in precedenza erasi proposto di fare.

Per questa felice condizione di cose fra Liverpool e Birkenhead nell'ultimo tronco della Mersey a valle dell'*upper estuary* si hanno grandi fondali mantenuti dalle correnti di marea, la cui velocità raggiunge le 7 miglia inglesi ad acque vive.

Le sponde del fiume sono bensì susseguite anche nell' ultimo tronco da una spiaggia sabbiosa, ma questa non raggiunge un certo sviluppo che a Sud di Liverpool dove si è formato un banco sporgente nel canale.

*Canali esterni.* — L'estuario inferiore od esterno della Mersey è costituito, come si è detto, da un complesso di banchi di sabbia intersecati da un largo e profondo canale principale e da parecchi canali minori relativamente poco importanti. Il canale principale, il *Crosby Channel*, è il prolungamento nella direzione di N. O. del tronco compreso fra Liverpool e Birkenhead. Dopo essersi mantenuto nell'anzidetta direzione per un'estesa di circa 10 km., il canale di Crosby, all'altezza del battello faro omonimo, volge bruscamente ad O. e prende allora il nome di *Queen's Channel*, o « Canale della Regina ».

Questo presenta larghezza e fondali abbastanza uniformi fino alla barra, la quale si trova a 7 km. e mezzo dal faro galleggiante di Crosby e a 17 km. e mezzo da New Brighton. La larghezza del canale di Crosby e del successivo della Regina varia da 800 a 1200 m. e la profondità oscilla da m. 7 a 15 sotto il livello della più bassa marea dell' equinozio di primavera.

Dei canali minori i due più importanti sono il *Rock Channel*, che costeggia la spiaggia del Cheshire in direzione presso che perpendicolare al canale principale ed il *Formby Channel*, che si separa dal Crosby Channel dove questo cambia direzione costituendone quasi un prolungamento.

Il Rock Channel è stretto, sinuoso e poco profondo; è lungo km. 17 ed ha una larghezza variabilissima fra un minimo di m. 120 all' origine a monte ed un massimo di 250 m. all'estremità a valle. Alla sua origine esiste un

banco roccioso sul quale l' altezza d' acqua a bassa marea si riduce a m. 0,40 e che giova a mantenere incanalata la maggior copia d' acqua nel ramo principale di Crosby. I due indicati rami secondari, per quanto non servano che alla navigazione di piccolo cabottaggio, sono tuttavia segnalati con boe.

I banchi di sabbia dell' Estuario esterno da ambo i lati del canale esterno principale sono intersecati da altre depressioni a forma di canali, le quali però non sono segnalate non servendo affatto alla navigazione. La superficie dei banchi che rimane scoperta a bassa marea è di 9300 ettari

*Marea.* - La marea che arriva nella Mersey per i canali dell' estuario esterno, si propaga in acque vive fino alla diga di Woolston a 6 km. e mezzo a monte di Warrington e a 56 km. da New-Brighton.

In acque morte il flusso non fa sentire la sua azione al di là di Fiddler' s Ferry a 8 km. a valle di Warrington. Nella Weaver la marea monta fino alla diga di Sutton presso Frodsham a 3 km circa dal suo sbocco nella Mersey.

La superficie che nel fiume rimane ricoperta dall' acqua nell'alta marea supera i 9000 ettari; però una gran parte di essa, circa 7000, principalmente nell'estuario superiore, rimane scoperta a bassa marea.

Le quote delle alte e delle basse maree, riferite sia al livello delle basse maree d'acque vive d'equinozio, sia a quello del caposaldo di livellazione inserito presso la conca dell' antico bacino di Liverpool, sono le seguenti:

| INDICAZIONE DELLE MAREE | QUOTE RIFERITE | |
|---|---|---|
| | al Caposaldo | al livello delle basse maree d' acque vive d'equinozio |
| | m. | m. |
| Alte maree di acque vive d'equinozio . . . . . | 6,43 | 9,58 |
| Id. id. ordinarie . . . . . | 5,74 | 8,89 |
| Id. d'acque morte ordinarie . . . . . | 3,53 | 6,68 |
| Id. minime . . . . . | 2,62 | 5,77 |
| Basse maree di acque morte ordinarie . . . . . | — 0,43 | 2,72 |
| Id. di acque vive ordinarie . . . . . | — 2,65 | 0,50 |
| Id. id. d'equinozio. . . . . | — 3,15 | 0,00 |

Il volume di acqua di marea che durante il flusso s'invasa nella Merseye è di $m^3$ 543 000 000 ad acque vive e di 214 800 000 ad acque morte.

Per la portata del fiume poi il volume dell' acqua uscente nel riflusso aumenta da 2 000 000 a 3 000 000 di $m^3$ in 12 ore.

*Condizioni della barra nell'anno 1890.* - Nell'anno 1890 la minima altezza d' acqua sulla barra era di m 3,25 a bassa marea d' acque vive d' equinozio. E poichè il mare monta al disopra di questo livello di m. 6,70 con acque morte ordinarie e di m. 8,90 con acque vive, il fondale sulla barra era quindi di m. 9,95 ad acque morte e di m. 12,15 con acque vive, riducendosi a m. 9,05 con le più deboli acque morte e potendo perfino diminuire an-

cora ai riguardi di navigabilità da m. 0,60 a 0,80 per effetto delle ondate provenienti dal largo.

Per conseguenza le navi di maggior pescaggio dovevano attendere per entrare nel porto il momento del colmo d'acqua per avere il tirante necessario a sormontare la barra: e così le sensibili perdite di tempo per attendere al largo l'alta marea rendevano frustranei i sacrifici fatti per accrescere la velocità delle navi, specialmente nei riguardi delle comunicazioni con l' America del Nord.

## Primi tentativi per approfondare la barra.

*Tentativi anteriori al 1890.* — I primi tentativi di escavazioni meccaniche intraprese sotto la direzione del capitano Denham, idrografo dell' amministrazione dei Docks, rimontano al 1838. Si spesero a quell' epoca circa 100000 lire, ad intervalli, tentando di aiutare per mezzo di erpici l' approfondamento di un nuovo canale che allora accennava ad approfondarsi naturalmente per il solo effetto della corrente di marea. Non risulta se questi tentativi saltuari, intesi ad aiutare l' azione della natura, siano stati effettivamente utili; certo si è che il passo si stabilì con l' andar del tempo e sotto il nome di *Victoria* o *Queen's Channel* costituì l' attuale canale principale di accesso al porto di cui si è fatto già cenno.

*Ulteriori tentativi.* — Gli Ingegneri della Mersey rivolsero allora il pensiero ai mezzi effossori, benchè le condizioni locali richiedessero speciali provvidenze.

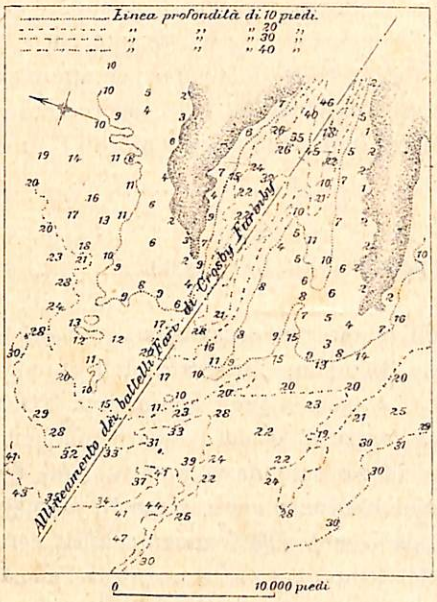
Infatti, per rendere possibile l' accesso a navi pescanti otto metri in ogni stato d' acqua occorreva, in causa della forte ampiezza di marea, escavare a considerevole profondità, mentre ciò non era stato necessario altrove, ad esempio nel ricordato canale Gedney ove il dislivello è di circa m. 1,50. Le difficoltà erano aggravate dalla notevole velocità della corrente e dalla grande quantità di materia in sospensione.

Ritenevasi inoltre che le mareggiate avrebbero grandemente pregiudicato la riuscita del lavoro, ricordandosi esempi di tempeste, le quali avevano prodotto enormi sconvolgimenti del fondo nelle vicinanze della barra mutando completamente le condizioni idrografiche col deposito di ingenti quantità di sabbia. L' entità di tali depositi non era mai stata rilevata con sufficiente accuratezza, per cui non si era in grado di stabilire, nemmeno con larga approssimazione, la quantità della materia che occorreva escavare. Ciò non ostante, pur non essendo molto vive le speranze di riuscita, nel 1890 il « Mersey Docks and Harbour Board » iniziò gli esperimenti di escavazioni con draghe.

Nella figura a pagina seguente sono rappresentate le condizioni del *Queen's Channel* e della barra nel 1890 prima che si iniziassero gli esperimenti di dragaggio suaccennati.

La posizione in cui s'iniziò il lavoro, per ragioni nautiche, fu scelta sull'allineamento dei due battelli fari di Crosby e Formby, costituendo tale

allineamento una continuazione dell'asse del *Queen's Channel* quantunque a quell'epoca si avessero sulla barra maggiori fondali in altre direzioni.




Pianta della barra del Queen's Channel nel 1890

*I primi mezzi adoperati.* — Nel 1876 l'ing. G. F. Lyster, allora capo del « Mersey Docks and Harbour Board », si recò in Francia per rendersi ragione degli esperimenti che si facevano con uno dei più moderni mezzi effossori di allora, la draga aspiratrice « *Bazin* », nei lavori di escavazione della Loira.

In seguito fece egli stesso delle prove a Liverpool nell'escavazione dei canali dell'estuario interno, il fondo dei quali è principalmente formato di fango, per accertare la convenienza dei nuovi mezzi in confronto alle ordinarie draghe a secchie.

Ma sopratutto a causa della finezza del materiale che sfuggiva attraverso le porte e i bordi superiori delle tramogge e per altre ragioni di minor conto, la draga aspiratrice non fu ritenuta allora di utile applicazione.

Per contro, quando si iniziarono gli esperimenti di scavi sulla barra costituita principalmente di sabbia grossa, si ritenne che le draghe aspiratrici dovessero essere mezzo più acconcio per riuscire nello scopo con rapidità ed economia.

E poichè il « Mersey Docks and Harbour Board » possedeva una flotta di pirobette, le quali avevano servito al trasporto e scarico in mare delle materie escavate nei docks, si pensò, in linea di esperimento, di trasformare in draghe aspiratrici due delle più grandi di esse (la n. 5 e la n. 7), ciascuna capace di portare 500 tonn. di sabbia, ossia circa 250 $m^3$, mediante l'impianto di pompe centrifughe aspiratrici e di iniziare il lavoro sulla barra ogni qualvolta le condizioni meteorologiche lo permettevano.

Le due pompe, azionate ciascuna da una motrice di 90 HP, erano accoppiate ad un tubo di aspirazione del diametro di m. 0,56 e 0,46 rispettivamente. La motrice e la pompa furono collocate nelle carbonaie ed il tubo di aspirazione, in una delle pirobette, fu messo in uno spazio centrale affine di poterlo ritirare entro il bordo quando non si dragava, e nell'altra lungo uno dei fianchi, restando in questo caso permanentemente sospeso ; il materiale era elevato attraverso la coperta in due condotti disposti lungo le tramogge.

Lo scarico nella tramoggia avveniva per mezzo di aperture sistemate nella parte inferiore dei condotti, le quali potevano chiudersi a volontà. La tenuta delle tramogge si otteneva per mezzo di guarnizioni di cuoio e gutta-perca assicurate con lamiere di acciaio nella parte interna delle tramogge.

Parecchie forme furono studiate per l'estremità inferiore del tubo di aspi-

razione prima di adottare quella definitiva sulla quale daremo maggiori indicazioni in seguito.

Il contratto stipulato con la casa costruttrice che doveva provvedere alla trasformazione delle pirobette prescriveva per le pompe un rendimento di 500 tonn. di sabbia all'ora ed in circostanze favorevoli si esperimentò che questo si otteneva in 20-25 minuti, variando a seconda della qualità del fondo ed altre cause.

La qualità del materiale da escavare variava moltissimo, poichè, quantunque la barra sia principalmente formata di sabbia libera adagiata sul fondo del mare, la sabbia varia in grado di finezza a seconda della località.

La percentuale massima di sabbia, ottenuta in qualche circostanza con questi primi meccanismi effossori, risultò del 45 %, e quella relativa al rendimento sopraindicato di 500 tonn. in 25 minuti superò il 25 %.

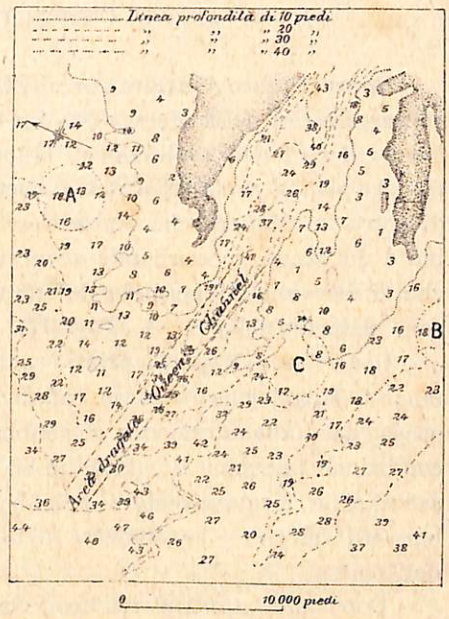
Spesso, quantunque si fosse munita di una griglia la bocca del tubo di aspirazione, grossi pezzi di materiale solido, come mattoni, scorie, calcestruzzo e perfino maniglioni di ferro, passarono attraverso le pompe senza produrre apparente danno ed una volta perfino un piccolo corpo morto in ferro del peso di circa 10 kg. venne aspirato da una delle pompe.

Si riteneva dapprima che le draghe potessero lavorare avanzando a piccolo vapore, ma si riscontrò presto che così facendo il tubo di aspirazione s'internava nella sabbia a tal punto che le eliche non riuscivano più a far avanzare la draga e quindi si ritenne più opportuno dragare all'àncora.

Due località di scarico, indicate con *A* e *B* nella figura qui contro, situate a circa km. 5 dalle località di escavo, furono stabilite per lo scarico del materiale; il tempo impiegato in un viaggio di andata e ritorno risultava di $^3/_4$ d'ora. In seguito si stabilì una terza località di scarico nel punto *C*.

Le draghe erano capaci di aspirare ad una profondità di m. 11 con acqua calma ed il loro prodotto variò da un minimo di 10 360 tonn. (dicembre 1891) ad un massimo di 174160 tonn. (aprile 1893).

Quest'ultimo corrisponde a circa 4 carichi e mezzo per draga e per periodo di marea nel mese.




Pianta della barra del Queen's Channel nel 1897

*Risultati.* — Nel 1893, dopo circa tre anni di lavoro eseguito con le pirobette n. 5 e 7 trasformate in draghe aspiratrici, il fondale minimo sulla barra ed in direzione dell' asse dell'escavo si elevò a m 5,50; la larghezza del passo era di m. 300.

La quantità di materia asportata risultò di 2438710, tonn., ossia circa 1 500 000 $m^3$.

## Inizio dei lavori su più vasta scala.

Il risultato ottenuto con questi primi esperimenti fu tale da consigliare i lavori su più vasta scala, con mezzi potenti e perfezionati e può dirsi quasi con sicurezza che il più alto grado possibile di economia ed efficienza nelle draghe aspiratrici siasi raggiunto coi tipi impiegati nei lavori di escavo della Mersey.

Il costo dell'escavo aumenta notevolmente se i particolari d'impianto del lavoro e delle macchine delle draghe aspiratrici non sono accuratamente studiati. Oltre ad ottenere la massima percentuale di sabbia nel volume totale del miscuglio di acqua e sabbia aspirato dalle pompe e riversato nelle tramogge, occorre nello stesso tempo assicurare che solo una percentuale minima di materiale si disperda con l'acqua riversantesi durante il carico fuori il bordo delle tramogge e ritorni, in mare. E fu cura appunto dell' ing. A. G. Lyster, succeduto al padre nella direzione tecnica del « Mersey Dock and Harbour Board », quella di effettuare numerose ricerche, sì nel campo sperimentale che in quello pratico, nell' intento di raggiungere il duplice scopo anzidetto.

Pertanto credesi far cosa utile accennare ai successivi perfezionamenti studiati e introdotti dal predetto ingegnere, prima di esporre le caratteristiche delle potenti draghe che lavorano attualmente nella Mersey.

## Perfezionamenti introdotti nelle draghe aspiratrici.

*Bocca del tubo di aspirazione.* — Le prime particolarità studiate nelle draghe aspiratrici della Mersey furono la forma e la sezione della estremità inferiore del tubo di aspirazione. Da principio si istituirono esperimenti con una piccola pompa aspiratrice del diametro di 5 cm. in una vasca munita di pareti di vetro in maniera che potesse osservarsi il modo di comportarsi della sabbia e del fango, raccogliendo accuratamente in apposite tavole le osservazioni che si facevano adoperando differenti forme di bocche pel tubo, le quali forme sono indicate nella fig. 1, Tav. III.

Il risultato di questi primi esperimenti mostrò che era conveniente allontanarsi dalla forma circolare. Infatti il più alto rendimento si verifica quando la bocca del tubo si ricopre di sabbia durante l'aspirazione, perchè in questa condizione l'acqua nel miscuglio si trova in proporzione minore rispetto alla sabbia. La forma circolare della bocca tendeva invece a creare sempre una buca all' intorno e l'estendersi di tale buca faceva aumentare la proporzione dell'acqua.

Dopo molti studi si adottò definitivamente il tipo indicato nella fig. 2.

Questa forma di bocca tende a farsi una via nella sabbia, e poichè la griglia si trova nella parte più bassa, la sabbia viene aspirata dalla parte inferiore e col procedere del lavoro la bocca è ricoperta dal materiale che si riversa dai lati riducendosi così al minimo la percentuale d'acqua nel miscuglio.

La bocca è munita di griglia per impedire l'accesso a materiali solidi che potrebbero danneggiare le eliche delle pompe e di fori nella parte convessa

superiore, del diametro di circa 10 cm., in modo che il tubo non possa essere ostruito quando è sepolto nella sabbia.

L'area della bocca è nel rapporto di 3 : 1 con l'area della sezione del tubo. Ulteriori esperienze fatte con bocche di questa forma applicate al tubo aspiratore di una delle nuove grandi draghe mostrarono ch'esse, oltre ad essere più efficienti, sono anche le più resistenti ai colpi cui va soggetto il tubo di aspirazione quando il mare è agitato.

Si verificò infine che era conveniente munire la bocca di un dispositivo atto a ridurne l'area in modo da far aumentare la percentuale di sabbia fin dall'inizio della messa in moto delle pompe; e ciò perchè si era constatato che con una bocca ad aria costante occorreva un tempo considerevole, variabile a seconda della natura dei materiali, prima che le pompe potessero aspirare la percentuale massima di sabbia pel fatto che all'inizio del lavoro, la bocca essendo insufficientemente immersa, il miscuglio d'acqua e sabbia non entra a piena sezione nel tubo, quindi la velocità diminuisce e con la velocità la portata ed il rendimento in sabbia.

*Disposizioni particolari dei pozzi per evitare perdite durante il carico.* — Un altro fenomeno che l'esperienza ha mostrato avere grande importanza sull'efficienza ed economia delle draghe aspiratrici portanti è la percentuale di materiale che si trova in sospensione e ritorna in mare con l'acqua riversantesi fuori bordo quando si caricano le tramogge e che può raggiungere il 20 % della quantità totale aspirata. Il fenomeno si presenta specialmente quando la nave subisce anche un lieve sbandamento, ch'è, il più delle volte, inevitabile.

Tale perdita, oltre che produrre sciupio di carbone, può anche pregiudicare direttamente la riuscita dell'escavo, poichè, specialmente in località soggette a correnti più o meno costanti in varie direzioni, i materiali che ricadono in mare possono depositarsi e formare banchi nelle vicinanze del lavoro, oppure formano sul fondo uno strato sottilissimo di fango che diminuisce enormemente il rendimento delle draghe.

Il fenomeno fu appunto riscontrato nell'escavo della foce della Mersey, dove a misura che si procedeva nei lavori si notò che la natura del materiale formante la barra variava moltissimo ed in parecchi punti si presentava estremamente fino e misto a fango, specialmente nel lato verso mare.

Questo fenomeno rendeva lento il lavoro, sia perchè la percentuale di sabbia diminuiva nel miscuglio aspirato in proporzione del suo grado di finezza, sia perchè, come si è già detto, la sabbia fina ed il fango non erano trattenuti nelle tramogge, ma ritornavano in mare assieme all'acqua in eccesso. Per eliminare questo grave inconveniente si ricorse da principio al seguente mezzo.

Si munì uno dei rimorchiatori a vapore dell'Amministrazione, l'*Alarm*, di un apparecchio atto a lanciare dei potenti getti d'acqua sotto pressione sul fondo del mare in modo da muovere le più piccole particelle di materiale esistenti sulla superficie della barra, cercando in tal modo di farle trasportare al largo durante il riflusso.

Si sperava di ottenere così un aumento diretto nei fondali e nello stesso tempo di mettere il materiale di cui era formato il fondo in migliori condi-

zioni per essere aspirato dalle pompe e depositarsi nelle tramogge delle draghe. Ma dopo un funzionamento ad intervalli per circa tre anni questo mezzo fu abbandonato poichè era molto dubbio se l'effetto prodotto dall'apparecchio valesse la spesa di esercizio

Si dovette pertanto ricorrere ad altri mezzi per risolvere il problema e fu quindi studiata una disposizione delle tramogge che fu sperimentata prima in una delle due pirobette trasformate in draghe, di cui sopra si è fatta menzione. La tramoggia di questa fu ricoperta con sottili lamiere di ferro eccetto che per un tratto longitudinale nel centro largo m. 1,20; quivi due pareti di lamiera di ferro alte m. 1,50 si elevavano per tutta la lunghezza del pozzo e formavano una specie di vasca centrale superiore come mostra la fig. 3, Tav. III. I bordi superiori di queste pareti laterali portavano delle paratoie manovrabili per impedire qualsiasi uscita d'acqua indipendentemente dallo sbandamento della nave. Inoltre i condotti di carico nell'interno della tramoggia furono collocati quanto più era possibile verso i fianchi della nave e muniti di aperture conformate in modo da ridurre al minimo i movimenti vorticosi.

Lo scopo di questa disposizione è quello di costringere l'acqua che si riversa fuori la tramoggia a percorrere una distanza considerevole prima di arrivare ai bordi superiori della vasca centrale, con che, dovendo inoltre l'acqua percorrere un cammino verticale per una certa altezza, essendo l' area trasversale della vasca opportunamente calcolata, si ottiene un lento e quasi impercettibile flusso d'acqua incapace di trasportare sabbia o fango in sospensione.

Gli esperimenti mostrarono che le draghe aventi la tramoggia munita di tale disposizione si caricavano in un tempo minore del 20 al 25 %.

Questo risultato è importantissimo, poichè fa aumentare il rendimento e ridurre il costo del $m^3$ escavato permettendo alle draghe di aspirare anche sabbia fina mista a fango.

Pertanto la vasca di raccolta venne applicata a tutte le draghe della Mersey con lievi modificazioni a seconda dei casi.

*Sistema di chiusura delle tramogge dei pozzi.* — Le due pirobette trasformate in draghe aspiratrici portanti avevano le tramogge munite di porte del tipo ordinario, manovrate cioè per mezzo di catene; la chiusura, più o meno stagna, si otteneva, come sopra si è detto, per mezzo di guarnizioni di cuoio e guttaperca. Queste costituivano un inconveniente ed un pericolo perenne, poichè era impossibile di ottenere la chiusura stagna a causa dell'allungamento e del consumo delle catene, e perchè inoltre le porte erano soggette ad essere asportate quando si caricava con mare grosso, come si verificò per ben quattro volte in un mese nella medesima draga.

Fu studiato pertanto ed applicato, prima alle piccole ed in seguito alle nuove grandi draghe costruite successivamente, un nuovo sistema di chiusura per le tramogge.

Ciascuna tramoggia, avente nella parte più bassa le pareti inclinate a 45°, ha un'apertura circolare nella parte centrale del fondo del diametro di m. 1,20, chiusa da una valvola cilindrica di ghisa, elevantesi per tutta l'altezza della tramoggia, la quale può aprirsi nel senso dell'altezza della nave.

Nelle piccole draghe queste valvole si manovrano a vapore od a mano, nelle grandi, dove si hanno installazioni di forza idraulica anche per altri scopi, sono manovrate per mezzo di cilindri idraulici, collocati sulle tramoggie.

La sabbia viene spinta fuori, per mezzo dell'acqua fornita dalle pompe aspiratrici, attraverso una serie di tubi disposti ai lati del pozzo, dai quali partono delle mandate in ogni tramoggia con bocche di getto rivolte verso il fondo e facenti un angolo di circa 45° con la verticale. L'efflusso delle acque può essere regolato in modo che lo scarico delle tramogge avvenga in modo uniforme eliminando così il pericolo di sbandamento della draga.

Il tempo occorrente a scaricare 3500 tonn. varia da 5 a 10 minuti secondo la qualità dei materiali escavati.

*Apparecchio per misurare la percentuale di sabbia nel miscuglio.* — Per misurare la percentuale di sabbia contenuta nel miscuglio aspirato dalle pompe gl'ingegneri del « Mersey Dock and Harbour Board » adoperano l'apparecchio indicato nella fig. 4, Tav. III, ideato dall'ing. capo del porto Anthony G. Lyster, al quale l'esperienza dimostrò essere necessaria una constatazione pratica della percentuale della sabbia, non ricavandosi risultati molto precisi dai manometri adattati alle pompe, che per mezzo delle variazioni di pressione indicano solo sommariamente l'andamento del lavoro.

L'apparecchio è formato da un tubo di bronzo lungo circa 25 e del diametro di 5 cm. portante una fenditura laterale munita di vetro per poter ispezionare il contenuto ed una fenditura più piccola dal lato opposto per dar adito alla luce. Gli estremi del tubo sono chiusi da valvole a cerniera, di bronzo, con guarnizioni di guttaperca, le quali quando sono chiuse sono tenute fisse sulle sedi per mezzo di molle.

Il corpo delle valvole porta un'appendice che può essere collegata ad uno scatto per far aprire le valvole. Il tubo è fissato ad un capo di un bastone, lungo il quale è disposta un'asta di bronzo che fa agire lo scatto sopra detto.

Per prendere un saggio si pone l'apparecchio con le valvole aperte attraverso la corrente del miscuglio che si scarica nelle tramogge e poi, muovendo l'asta di bronzo, si fanno scattare istantaneamente le valvole imprigionando così nel tubo una sezione della corrente d'acqua e sabbia. Indi si fa passare il volume del miscuglio così preso in un lungo tubo di vetro graduato, di piccola sezione, e si misura esattamente e rapidamente la percentuale di sabbia contenuta nel miscuglio.

## Cenni sulle nuove draghe.

*Draga « Brancker »* — Nel 1892, constatata la praticità dell'escavo per aspirazione ed interessando aumentare sempre più i fondali per le accresciute esigenze della navigazione, fu costruita la draga *Brancker* automotrice, capace di caricare nel proprio pozzo 3000 tonn. di sabbia in 45 minuti e nella quale furono introdotti tutti i perfezionamenti sopra descritti.

Le principali caratteristiche di questa draga sono le seguenti:

| | | |
|---|---|---|
| Lunghezza | m. | 96,00 |
| Larghezza | » | 14,30 |
| Tirante a carico completo | » | 4,10 |
| Profondità di aspirazione | » | 19,20 |
| Velocità | nodi | 9,50 |
| Capacità del pozzo | Tonn. | 3000 — |
| Portata delle pompe aspiratrici | » | 4500 — |
| Forza in HP. I. delle motrici delle pompe | | 750 — |
| Id. id. delle macchine propulsatrici | | 1600 — |

Le pompe centrifughe sono due, collocate nella parte prodiera della nave; il tubo di aspirazione, del diametro interno di m. 1,10, è collocato in uno spazio longitudinale al centro.

Il pozzo è diviso in 8 tramogge, 4 per ciascun lato della nave. La draga cominciò a lavorare nel 1893, e dopo un anno il canale aveva raggiunto la larghezza di m. 450 e la profondità di m. 6 sotto la bassa marea dell'equinozio di primavera.

*Draga « G. B. Crow »*. — Nel mentre si approfondava la barra fu ritenuto necessario asportare altri banchi che ingombravano il canale di accesso ed aumentare nello stesso tempo la profondità di questo allo scopo di metterla in relazione a quella già ottenuta sulla barra.

Nel 1895 fu pertanto costruita una seconda draga, la *G. B. Crow*, simile alla *Brancker*. Le sole differenze sono le seguenti: profondità di aspirazione m. 16,70; forza in HP. I. delle motrici azionanti i propulsatori 1800.

*Draga « Coronation. »* — Nel 1905, assumendo il lavoro sempre maggiori proporzioni, fu costruita una terza draga, la *Coronation*, che ha le seguenti caratteristiche:

| | | |
|---|---|---|
| Lunghezza fra le perpendicolari | m. | 101,20 |
| Larghezza | » | 15,80 |
| Tirante a carico completo | » | 4,20 |
| Profondità di aspirazione | » | 19,80 |
| Velocità | nodi | 10 — |
| Capacità del pozzo | Tonn. | 3500 — |
| Portata delle pompe aspiratrici | » | 4500 — |
| Forza in HP. I. delle motrici delle pompe | | 800 — |
| Id. id. delle macchine propulsatrici | | 2000 — |

Le pompe aspiratrici sono due, situate nella parte poppiera della nave; i tubi di aspirazione hanno ciascuno il diametro interno di m. 0,90 e sono collocati uno per ogni lato come mostrano i tipi (Tav. I) e fig. 5 della Tav. III). Questa disposizione fu adottata allo scopo di ottenere un lavoro più rapido, poichè la *Coronation* era destinata ad asportare un banco di sabbia di limitato spessore ma di grande superficie. Lo scafo però è costruito in modo che, nel caso, si può collocare uno dei tubi nel centro, come nella draga *Brancker*.

## Risultati ottenuti.

Le draghe di cui si è fatto cenno sono state fino ad oggi impiegate per aumentare e mantenere i fondali sulla barra e nei canali di accesso dal porto.

Le draghe *Brancker* e *G. B. Crow* furono anche impiegate nel canale esterno e per rimuovere alcuni banchi nel canale di Crosby. Dal 1900 in poi queste due draghe hanno continuato a lavorare senza interruzione nella medesima località unicamente per mantenere i fondali già ottenuti.

Le due pirobette trasformate in draghe aspiratrici dopo i primi esperimenti si fecero lavorare nell'interno della Mersey a monte di New Brighton assieme alla grande draga *Coronation*.

La quantità totale di materiali asportata dall'inizio dei lavori nel 1890 fino al 1908 ammonta ad oltre 126 milioni di tonn. misurate nelle tramogge delle draghe; delle quali 40 milioni sono state escavate sulla barra, 40 milioni nei banchi del canale di Crosby, 23 milioni nel canale esterno ed altri 23 milioni nella Mersey a monte di New Brighton (1).

I risultati principali ottenuti sono i seguenti:

1° Sulla barra si è aperto un passo largo m. 457 e profondo m. 9 sotto il livello delle più basse maree dell'equinozio di primavera.

2° Sul banco di Crosby si è escavato un altro canale largo 600 m. e profondo m. 9.

Un'idea dell'andamento progressivo dei lavori è data dal prospetto seguente, nel quale, in corrispondenza di ogni periodo considerato, sono indicati i fondali ottenuti e la quantità di materiale asportato.

| INDICAZIONE dei periodi di lavoro | Risultati ottenuti con l'escavo in corrispondenza dei periodi di lavoro indicati | | | Quantità di sabbia asportata dalla barra e dai banchi nel Canale principale. |
|---|---|---|---|---|
| | Profondità media | Profondità minima | Larghezza del taglio | |
| | m. | m. | m. | tonn. |
| Dall'inizio dei lavori al luglio 1893 | 6,25 | 5,50 | 300 | 2 438 710 |
| » » » 1895 | 7,45 | 7,00 | 457 | 12 314 120 |
| » » maggio 1899 | 8,55 | 8,20 | 457 | 41 240 360 |
| » » agosto 1900 | 8, 5 | 8 20 | 457 | 49 860 510 |
| » » dicembre 1908 | 9,30 | 9,00 | 457 | 126 004 870 |

(1) Per avere un'idea del lavoro enorme compiuto basta considerare che con la quantità di materia sopraindicata si potrebbe colmare il fiume Tamigi per un tratto di 15 km. circa a partire da Blackfriars Bridge, mantenendo costante la sezione che il fiume ha in quella località.

## Nuovi lavori progettati.

Ma ancora resta a fare una gran mole di lavoro, specialmente nella località denominata « Taylor' s Spit », dove un banco di sabbia di forma convessa ostruisce il canale. Il gomito che si ha presso il battello-faro di Crosby, lungo il quale la navigazione si è intensificata in questi ultimi anni, rende sempre più difficile la rotta, specialmente ai grandi piroscafi, essendosi ristretta la larghezza del canale. Sono state quindi prese misure per arrestare questa tendenza.

Il fenomeno è simile a quanto avviene ordinariamente nei fiumi ed è dovuto all'erosione della sponda concava del canale per effetto della corrente di marea, ed alla conseguente formazione di un banco di sabbia nella opposta sponda convessa.

Dopo molte considerazioni si decise di rivestire di pietrame la sponda concava per impedire lo scoscendimento delle sabbie, tentando così di mantenere il canale in una posizione fissa.

Questo lavoro sarà fra breve intrapreso e si ritiene che dopo ultimato potrà essere asportato con relativa facilità il banco di Spit sulla sponda opposta.

L'effetto di questa curva nel canale ha recato un grande pregiudizio alla riuscita del lavoro delle draghe, pel fatto che, essendo diminuita l'energia della corrente, non si è avuto in tale località un grande aumento di fondali, quantunque ingente sia stata la quantità di materiale escavato.

L'aumento continuo inoltre del tirante delle navi, che ha raggiunto il massimo grado nei due più grandi transatlantici, il *Lusitania* ed il *Mauritania*, pescanti circa m. 10,50, ha fatto rilevare la necessità di aumentare ancora la potenzialità degl' impianti di escavazione della Mersey e però nel 1907 fu stabilito di costruire la draga *Leviathan*, la più grande che sia mai stata costruita, ed alla quale fu appunto imposto il nome del biblico mostro delle acque. Essa ha iniziato i lavori al principio del corrente anno.

## La Draga « Leviathan ».

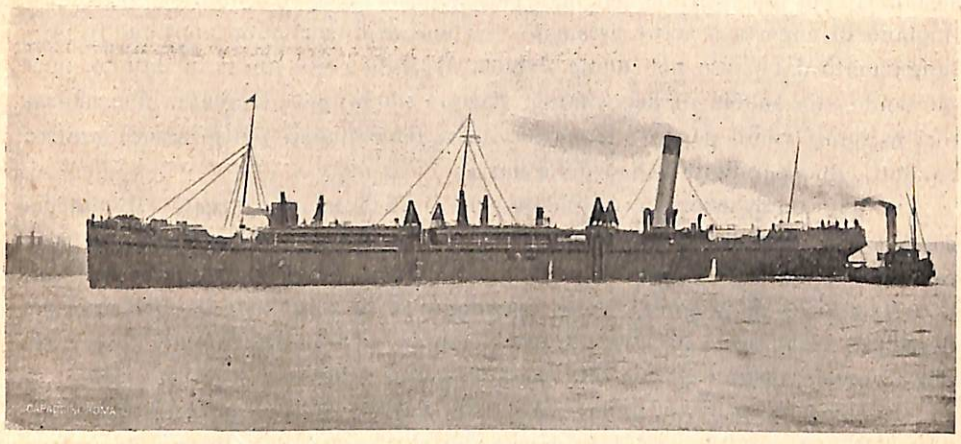
La draga aspiratrice *Leviathan* (Tav. II e fig. 6 a 9 della Tav. III), costruita nei cantieri della casa Cammell Laird & Co. di Birkenhead, varata il 26 ottobre 1908, è automotrice e portante. Il pozzo, diviso in 12 comparimenti, della capacità totale netta di m³ 5000, può essere riempito in 50 minuti con 10 000 tonn. di sabbia pura della Mersey, aspirata da una profondità massima di m. 21.

Le principali dimensioni della draga sono le seguenti:

| | | |
|---|---|---|
| Lunghezza | m. | 141,96 |
| Larghezza | » | 21 — |
| Profondità | » | 9,30 |

Tali eccezionali dimensioni furono ritenute necessarie per dotare l'apparecchio di potenza tale da poter trasportare allo scarico, dopo riempiuti i suoi pozzi, l'enorme peso delle 10 000 tonn. di sabbia.

In condizioni normali di lavoro e con la pressione ordinaria in caldaia, la nave, col pozzo completamente carico e con le carbonaie e i depositi di acqua pieni, con una immersione media di m. 7, ha una velocità di 10 nodi.



Draga *Leviathan*.

*Particolarità dello scafo.* — Lo scafo è costruito completamente d'acciaio, e tutte le sue parti hanno le dimensioni prescritte per ottenere la più alta classifica del Lloyd's Register.

Otto paratie stagne in senso trasversale si estendono dalla chiglia fino al ponte superiore e cinque altre sono stagne solo nell'interno delle tramogge.

Una paratia centrale in senso longitudinale corre dalla paratia di collisione a prora fino alla paratia poppiera della camera delle caldaie attraverso il pozzo, il quale resta così diviso in 12 compartimenti.

I compartimenti stagni, muniti tutti delle corrispondenti porte stagne, ammontano in totale a 25 e permettono alla nave di galleggiare anche nel caso in cui due di essi siano invasi dall'acqua.

Il pozzo è lungo m. 48,60 ed è largo m. 15 al livello del ponte superiore. Ciascuno dei 12 compartimenti, o tramogge, ha al livello del ponte superiore una sezione rettangolare di m. 8 in senso longitudinale e di m. 7,40 in senso trasversale, la quale si mantiene costante per una profondità di m. 6; a partire da questo punto le 4 pareti scendono a scarpa verso l'interno fino al fondo presso il bordo dell'apertura di scarico, la quale ha il diametro di m. 1,70.

Le pareti laterali del pozzo, che sono stagne, costituiscono le pareti interne dei locali formanti la riserva di galleggiabilità ai lati del pozzo.

Il miscuglio di acqua e sabbia aspirato dalle pompe si scarica nelle tramogge per mezzo di due condotti estendentisi per tutta la lunghezza del pozzo larghi m. 1,80 e profondi m. 1,20. I condotti, sostenuti da mensole collegate ai bagli, sono contigui; la parete centrale comune è formata dal prolungamento verso l'alto della paratia centrale longitudinale dello scafo; hanno il fondo ricoperto con uno strato di cm. 5 di cemento per proteggere le lamiere dall'usura che produce la sabbia. Il carico delle tramogge si fa per mezzo di aperture di m. $0,70 \times 0,30$ munite di porte situate nel fondo dei condotti, due per ogni compartimento, tranne l'ultimo che ne ha una sola.

All'estremità verso prora i due condotti aumentano gradatamente in se-

zione fino ad occupare tutta la larghezza del pozzo, facendo così diminuire la velocità e l'urto dell'acqua sulla paratia prodiera.

Anche nella draga *Leviahtan* si è applicata, con alcune modificazioni non sostanziali, la disposizione per la separazione della sabbia dall'acqua. Sopra il piano di coperta è stato sistemato una specie di serbatoio continuo in prolungamento del pozzo nel quale l'acqua aspirata resta quasi in quiete, permettendo alla sabbia di depositarsi; l'acqua passa poi attraverso due sfioratori esistenti verso poppa e si scarica infine lateralmente per mezzo di quattro condotti, due per ogni fianco della nave.

Il diagramma a pagina seguente, che indica la percentuale di materia solida contenuta nel miscuglio allo scarico nelle tramogge ed agli sfioratori durante un carico della draga, dà un'idea dell'efficacia della disposizione adottata.

Lo scarico della sabbia dalle tramogge si fa con valvole del tipo già descritto, azionate da cilindri idraulici montati su robusti sostegni. L'apertura delle valvole, ossia l'altezza alla quale possono sollevarsi, è di m. 1,20.

Inoltre alla sommità della cassa della valvola si trovano delle porte manovrabili a mano, le quali servono a smaltire l'acqua che rimane alla superficie della sabbia al disotto del livello degli sfioratori quando il carico è completo, poichè l'interno della valvola è in comunicazione col mare.

La poderosa installazione di forza idraulica necessaria per azionare i cilindri consiste in una serie di macchine ad alta pressione tipo verticale capovolto, a condensazione, che trasmettono il movimento per mezzo delle teste a croce a tre pompe a semplice effetto aventi il diametro di mm. 125, la corsa di mm. 375 e producenti una pressione di kg. 53 per cm$^2$.

L'acqua occorrente per diluire la sabbia durante lo scarico è fornita, come nelle altre draghe, dalle pompe aspiratrici, che la spingono attraverso i due condotti principali di carico, dai quali partono tubi speciali di mandata d'acqua in corrispondenza di ogni tramoggia.

Con le disposizioni accennate lo scarico di 10000 tonn di sabbia avviene in 10 minuti.

La nave è illuminata a luce elettrica. Gli alloggi per gli ufficiali e l'equipaggio contengono tutte le possibili comodità poichè si è più volte sperimentato che l'efficienza di un mezzo d'opera è intimamente collegata col benessere dell'equipaggio. L'ingegnere, il comandante ed il capo macchinista hanno ciascuno un appartamentino comprendente una camera da letto, un salotto, una stanza da bagno ed il W. C.

*Macchine per la propulsione.* – Le macchine motrici azionanti le eliche sono verticali a triplice espansione.

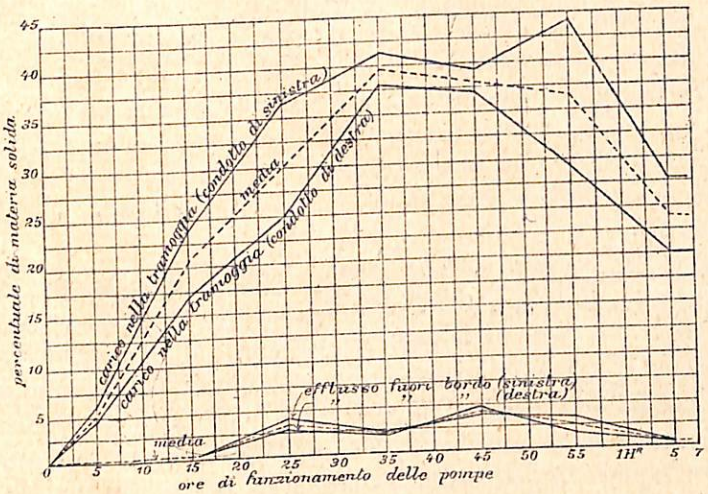
Il diametro dei cilindri è di m. 0,571, 0,940 e 1,558 con m. 1,14 di corsa, per l'A. P., M. P. e B. P. rispettivamente.

Il vapore è fornito da 4 caldaie ad una fronte tipo marino a ritorno di fiamma lunghe m. 3,50 e del diametro di m. 4,80 timbrate a 12 kg. per cm$^2$ a tirare naturale.

*Macchine effossorie.* — Le macchine effossorie, fornite dal Gwynne di Londra, constano di 4 pompe centrifughe accoppiate direttamente alle motrici.

Ogni pompa ha una presa dai fianchi della nave alla quale si può adattare

un tubo aspiratore. Fra la pompa ed il tubo si trova una paratoia azionata idraulicamente. Le motrici sono verticali a triplice espansione, con condensatore a superficie comune. I cilindri di A. P., M. P. e B. P. hanno rispettivamente il diametro di m. 0,37, 0,60, 1,00 e m. 0,45 di corsa. La pressione di lavoro è di kg. 12 per $cm^2$.




Draga Leviathan. — Diagramma della percentuale di materia solida allo scarico.

L'orificio di aspirazione e quello di scarico hanno il diametro di m. 1,05. I corpi delle pompe sono di ghisa ed hanno le parti centrali smontabili per poter ricambiare le eliche, le quali sono di acciaio fuso e larghe 15 cm. alla base delle patte.

I quattro tubi di aspirazione si applicano all'esterno delle murate, due per ogni lato, ed hanno una inclinazione di 45° quando si draga a m. 21 di profondità. I tubi, lunghi m. 27,50 con diametro interno di 1,066, sono costruiti con lamiere di acciaio omogeneo; la parte semicilindrica superiore ha uno spessore di mm. 20 e quella inferiore di mm. 22,5. Queste due parti sono collegate con 4 file di chiodi e rinforzate da collari esterni. Fra di esse si trova orizzontalmente una nervatura mediana di lamiera estendentesi per tre quarti della lunghezza totale. Ai due estremi sono chiodati dei bracci di acciaio forgiato per il collegamento al giunto mobile ed alla bocca. Questa è costruita con lamiere di acciaio, opportunamente rinforzata e munita di una grata all'estremità e di un foro d'uomo alla parte superiore. Ai lati del tubo e della bocca sono fissati grossi pezzi di olmo sostenuti da robusti cantonali di ferro per difenderla dai colpi contro lo scafo.

Il sostegno del tubo all'estremo superiore, che permette i movimenti laterali e verticali, è formato da una parte a snodo fissa al tubo, la quale, per mezzo di un disco di acciaio ribadito con perni di *gunmetal*, è unita ad una robusta piastra scorrevole in un telaio, collocato lateralmente alla nave.

Il tubo può così muoversi in un piano verticale ed orizzontale per mezzo del giunto a snodo nel suo estremo superiore e può essere sollevato e tirato

a bordo mediante la piastra d' acciaio, scorrevole nel telaio, che contiene il giunto.

Il movimento di innalzamento e di abbassamento del tubo si effettua per mezzo di due gru, entrambe azionate da un solo argano sul ponte. Queste gru possono scorrere su apposite guide e sono anche abbattibili, potendo ruotare attorno a perni sistemati alla loro base in modo da sporgere fuori il bordo.

Ogni tubo è munito di un cavo di riserva in caso di rottura, un capo del quale è fissato alla coperta.

I quattro argani, azionanti le otto gru che servono alla manovra dei tubi, hanno ciascuno quattro tamburi accoppiati a due a due, dei quali due servono pel movimento delle gru in senso trasversale alla nave e due per il movimento in senso verticale e sono mossi da macchine a vapore a 2 cilindri a cambiamento di marcia.

Ogni tamburo, capace di esercitare uno sforzo di 10 tonn., può muoversi indipendentemente ed il macchinario è conformato in modo da permettere ad un solo uomo, il *tubeman*, di sorvegliare tutte le manovre di un tubo, cioè collocamento nella posizione di dragaggio, sollevamento e deposito a bordo. Il *tubeman* scandaglia costantemente il fondo e, per mezzo di un manometro collocato alla sua portata, osserva il vuoto nella pompa, essendo così in grado di comandare le manovre agli uomini addetti agli argani per ottenere sempre la massima efficienza nel lavoro.

La draga è fornita di pezzi di macchinario di riserva d'ogni specie, fra i quali due tubi di aspirazione completi, muniti dei relativi cavi metallici di sostegno, pronti ad essere posti immediatamente in opera in caso di rottura durante il lavoro.

## Cenni sulla condott dei lavori.

I lavori di escavazione della Mersey sono condotti in economia dal « Mersey Docks and Harbour Board ». Gli equipaggi delle draghe, quantunque possano considerarsi quasi stabili perchè all' Amministrazione conviene tenere personale pratico, sono però assunti e pagati settimanalmente secondo l'uso inglese.

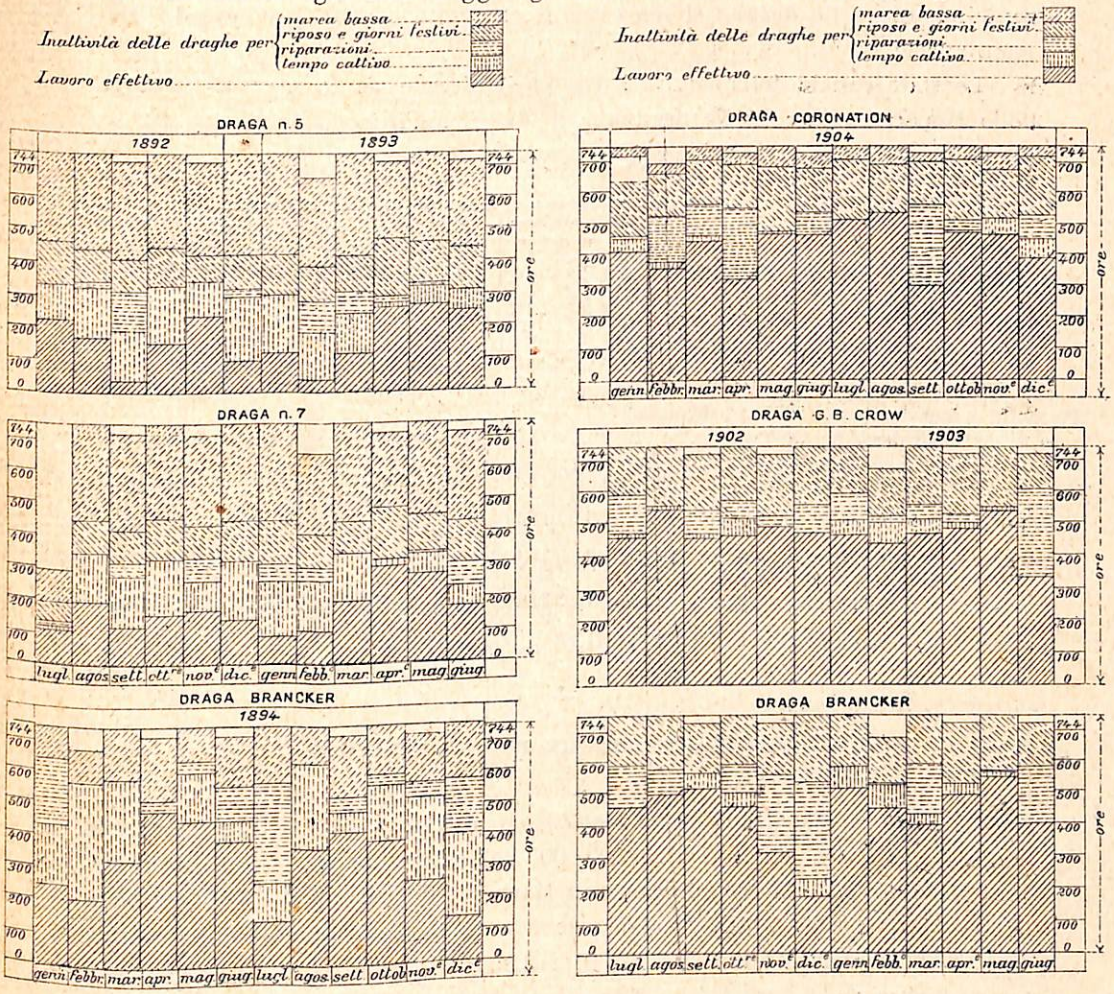
Oltre la paga fissa ricevono un certo premio per ogni carico di materiale dragato e trasportato allo scarico. Il premio varia a seconda della draga e della località del lavoro e per la medesima draga è diverso per le varie categorie di personale formanti l'equipaggio.

In genere il premio raggiunge il 40 % della paga e con esso l'Amministrazione intende anche compensare gli equipaggi del lavoro oltre l' orario normale che sono costretti a fare quando la draga è in azione e del vitto che devono provvedere a proprie spese.

Le draghe hanno doppio equipaggio e lavorano senza interruzione giorno e notte quando il tempo lo permette.

L'equipaggio della draga *Leviathan* è composto di 56 uomini, quello delle draghe *Brancker*, *G. B. Crow* e *Coronation* di 37.

I diagrammi che seguono mostrano per alcuni anni la proporzione di effettivo lavoro e quella in cui i macchinari effossori sono rimasti inattivi a causa del tempo cattivo, o per mancanza d'acqua durante le basse maree, per riparazioni ai macchinari, riposi e giorni festivi. Notisi che nel mese di agosto 1904 la draga *Coronation* lavorò 542 ore sul totale di 744 e la *G. B. Crow* oltre 400 ore in ogni mese raggiungendo la media di 500 ore su 744.




Diagrammi di 12 mesi di esercizio.

Il quantitativo annuo di materia escavata e trasportata in mare è in media di circa 3 milioni e mezzo di tonn. per le draghe *Brancker* e *G. B. Crow* e di 4 milioni per la *Coronation*.

Dai diagrammi si rileva inoltre come nei primi anni di esercizio (1892-93) delle pirobette trasformate in draghe le ore di effettivo lavoro si ridussero in media a meno di un terzo del totale e tale fatto è spiegabile se si pensa che in ogni nuova impresa occorre sempre un periodo di tempo per eliminare le dubbiezze ed acquistare l'esperienza necessaria a ben condurre i lavori.

Le frequenti riparazioni occorrenti e le condizioni meteorologiche sono

quelle che influiscono per la massima parte sull'inattività delle draghe, specialmente delle piccole.

I pericoli maggiori di danni si presentano all' equinozio di primavera, quando la forte corrente di marea produce un tale sforzo sulle draghe da tendere a porle di traverso causando la rottura dei tubi. In queste circostanze la manovra dei tubi è delle più difficili ed occorre avere svelti ed attenti meccanici. I tubi delle draghe si sono infatti più volte spezzati producendo rilevanti avarie.

Lo stato attuale della flotta di draghe impiegate per lo scavo della barra della Mersey, escluse quelle destinate ai lavori nell'interno dei docks, per la massima parte a secchie, risulta dal prospetto seguente:

| INDICAZIONE DELLE DRAGHE | Dimensioni: Lunghezza fra le perpendicolari | Dimensioni: Larghezza | Tirante a carico completo | Profondità di aspirazione | Velocità | Capacità del pozzo | Portata delle pompe aspiratrici | Forza in H P.I: Motrici delle pompe | Forza in H P.I: Motrici delle eliche |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | m. | m. | m. | m. | nodi | tonn. | tonn. di sabbia all'ora | | |
| Pirobetta n. 5 costruita nel 1877; trasformata in draga aspiratrice nel 1890 . . . . | 45,00 | 7,50 | 3,60 | 14,60 | 8 | 500 | 600 | 90 | 280 |
| Id. n. 7 id. id. id. | 45,00 | 7,50 | 3,60 | 16,70 | 8 | 500 | 600 | 90 | 280 |
| Draga aspiratrice *Brancker* costruita nel 1892 | 96,00 | 14,30 | 4,10 | 19,20 | 9,50 | 3000 | 4500 | 750 | 1600 |
| Id. *G. B. Crow* id. 1895 | 96,00 | 14,30 | 4,20 | 16,70 | 10 | 3000 | 4500 | 750 | 1800 |
| Id. *Coronation* id 1903 | 101,20 | 15,80 | 4,20 | 19,80 | 10 | 3500 | 4500 | 800 | 2000 |
| Id. *Leviathan* id. 1908 | 141,96 | 21,00 | 7,00 | 21,00 | 10 | 10000 | 12000 | 2770 | 3900 |

## Costo delle draghe e dell'esercizio

Il costo di una draga tipo *Coronation* è di circa L. it. 2 000 000 e quello della *Leviathan* di circa L. it. 4 000 000. Per conseguenza la spesa sostenuta fino ad oggi dal « Mersey Docks and Harbour Board » per l' acquisto delle grandi draghe e delle due vecchie pirobette trasformate in draghe aspiratrici nel 1890 ascende a circa 10 000 000 di lire.

L' esercizio di una draga tipo *Coronation* costa d' ordinario L. 500 000 all'anno così divise:

| | |
|---|---|
| Personale . . . . . | L. 100 000 |
| Materiali di consumo . . . . . | » 130 000 |
| Manutenzione e riparazione del macchinario e dello scafo . . . | » 70 000 |
| Interesse e ammortamento, calcolato nella misura del 10 % . . . | » 200 000 |
| Totale | L. 500 000 |

L'esercizio della *Leviathan*, come risulta dal preventivo fatto pel corrente anno, costa L. it. 1 022 000 annue così divise:

| | | |
|---|---|---|
| Personale . . . . . | L. | 160 000 |
| Materiali di consumo. . . . . | » | 312 000 |
| Manutenzione e riparazione dei macchinari e dello scafo . . | » | 150 000 |
| Interesse ed ammortamento 10 % del costo . . . . . | » | 400 000 |
| Totale | L. | 1 022 000 |

L'esercizio delle draghe costa quindi all'anno oltre 2 milioni e mezzo di lire.

Il costo medio di una tonnellata di sabbia escavata e trasportata in mare con le draghe *Brancker*, *G. B. Crow* e *Coronation* risulta di circa un *penny*, ossia L. 0,10, delle quali L. 0,066 rappresentano il costo effettivo e L. 0,034 l'interesse e l'ammortamento.

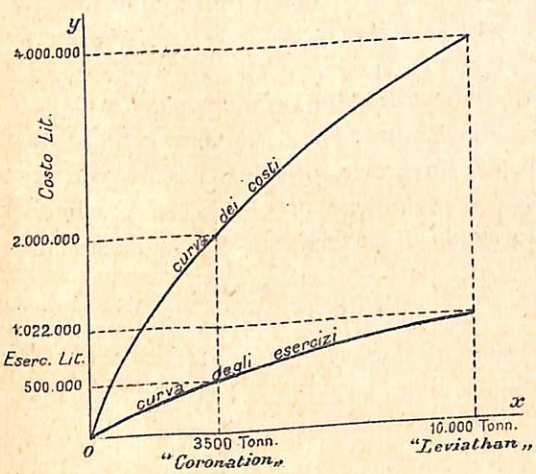
Gli elementi del costo effettivo di L. 0,066 sono i seguenti:

| | | |
|---|---|---|
| Personale . . . . . | L | 0,023 |
| Materiali di consumo . . . . . | » | 0,025 |
| Manutenzione e riparazione . . . . . | » | 0,018 |
| Totale | L. | 0,066 |

Il costo riferito al $m^3$ risulta di circa L. 0,22 compreso l'interesse e l'ammortamento.

La draga *Leviathan* è già entrata in servizio ed escava e trasporta allo scarico regolarmente ogni settimana, lavorando 5 giorni e mezzo su 7, circa 300 000 tonn. di sabbia. Il costo per tonnellata risulta, per ora, di L. 0,048 corrispondenti a circa L. 0,10 per $m^3$.

Dalle osservazioni eseguite dagli ingegneri del Mersey Board risulta un fatto interessantissimo, e cioè che il costo dell'esercizio, e quindi quello della tonnellata escavata e trasportata, diminuisce coll'aumentare della potenzialità e per conseguenza del costo dei mezzi; se infatti su di una retta orizzontale, presa come asse delle ascisse, si segnano le potenzialità in tonnellate delle varie draghe e sull'asse delle ordinate le corrispondenti spese di costo e di esercizio, si verifica che la curva rappresentante i costi delle draghe sale molto più rapidamente della curva rappresentante le spese di esercizio, come mostra il diagramma qui contro.




## Conclusione.

Da quanto si è fin qui esposto intorno ai lavori di escavazione alla foce della Mersey parmi che, oltre alla conferma di alcuni fatti già provati, vale a dire come nelle imprese del genere di quella di cui trattasi non possa a meno di presentarsi un periodo iniziale in cui abbondano le incertezze con conseguenti maggiori spese, e che i mezzi di escavazione devono essere prov-

vedati mano a mano, in relazione alle circostanze locali, studiando continuamente e con la massima cura tutti i fenomeni e gli eventi che si presentano durante l'andamento dei lavori, si possano dedurre le seguenti conseguenze generali:

1° Le barre di foce possono essere approfondate e mantenute tali mediante il solo lavoro delle draghe, senza ricorrere alla costruzione di costose dighe.

2° I lavori possono condursi in economia con vantaggio, anche quando l'escavo sia eccezionalmente importante per mole, per estensione e per durata.

3° È conveniente che i macchinari effossori ed i propulsori, quando si tratti di draghe automotrici e portanti, siano comandati separatamente da due serie di motrici indipendenti fra di loro.

Una siffatta disposizione, se fa aumentare il costo del mezzo d'opera, presenta tuttavia il non lieve vantaggio della maggior sicurezza, essendo la nave sempre pronta a manovrare; ed eliminandosi inoltre la perdita di tempo che sarebbe necessaria per accoppiare le motrici alle eliche od agli apparecchi effossori e viceversa, quando le dette motrici fossero adibite al doppio scopo, si viene ancora ad aumentare il rendimento del mezzo effossorio.

4° In una draga aspiratrice di grande potenza è bene che l'apparato effossorio sia frazionato in più unità, comandate ciascuna da una motrice indipendente, munita dei corrispondenti tubi e giunti di riserva. Ciò perchè, in caso di guasto o di ricambio di una unità, si rende possibile di continuare il lavoro per mezzo delle altre.

5° Quando la distanza dal sito del lavoro alla località di scarico sia contenuta entro certi limiti, le draghe automotrici e portanti sono le più adatte per lo scavo in mare aperto, eliminando qualsiasi mezzo sussidiario di trasporto, come appunto fu fatto per la Mersey.

6° I mezzi effossori di grandi dimensioni e di grande potenza, oltre che essere più resistenti al mare, rendono il lavoro più rapido e nello stesso tempo economico al massimo grado. Ed invero le dimensioni e la potenza delle draghe della Mersey sono andate gradatamente crescendo dall'inizio dei lavori fino a raggiungere il massimo grado di potenzialità con la mastodontica draga *Leviathan*.

*Venezia, maggio 1910.*

AMM. PROV. DI TORINO
№ 15931
BIBLIOTECA
116412

Draga *CORONATION*

Fig. 1. Vista laterale.

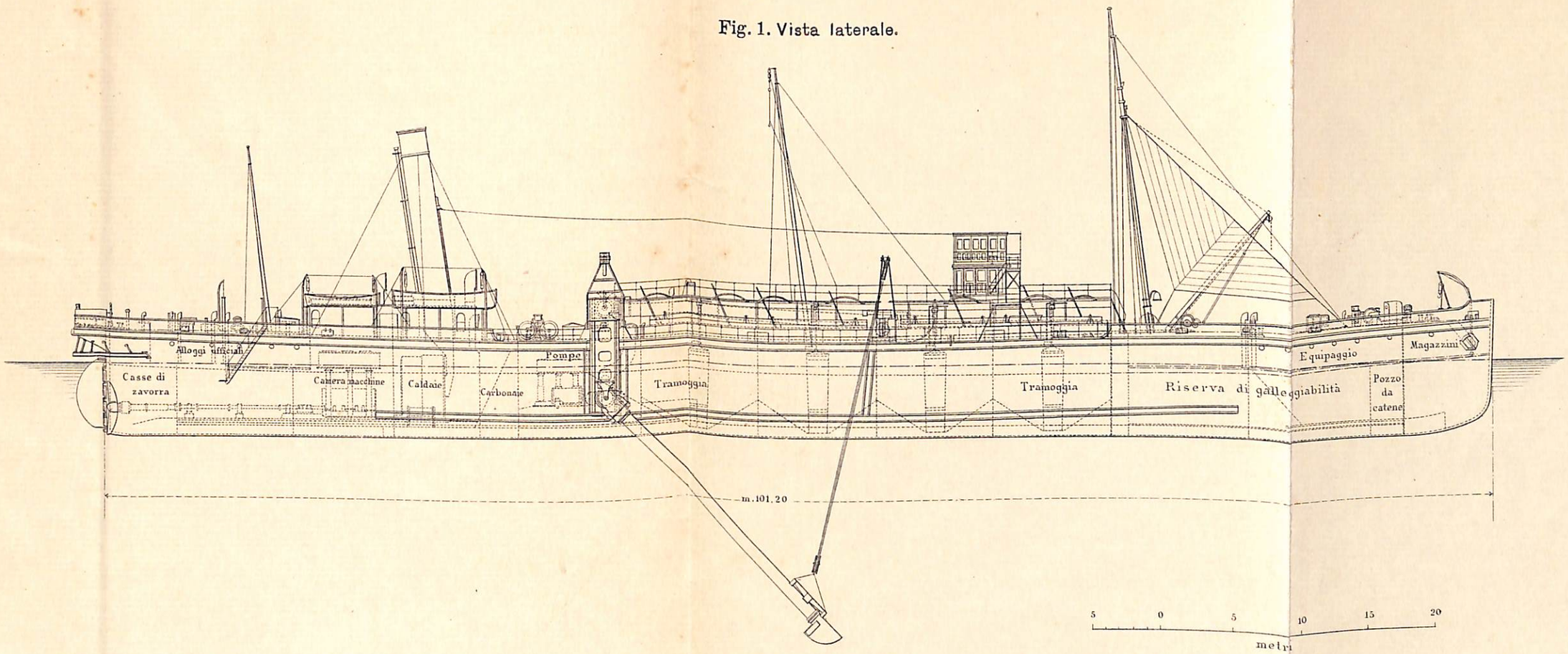



Fig. 2. Piano del ponte superiore.

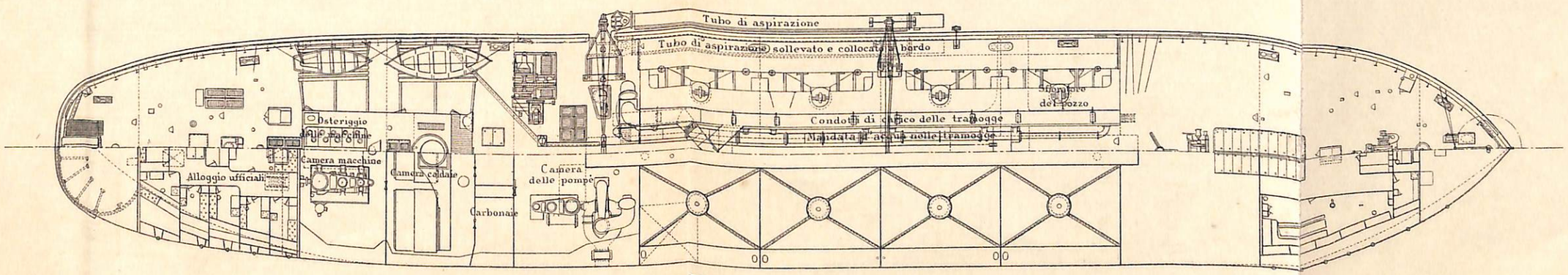



Fig. 3. Piano del ponte inferiore.

PROVINCIA DI TORINO

Draga *LEVIATHAN*

Fig. 1. Vista laterale.

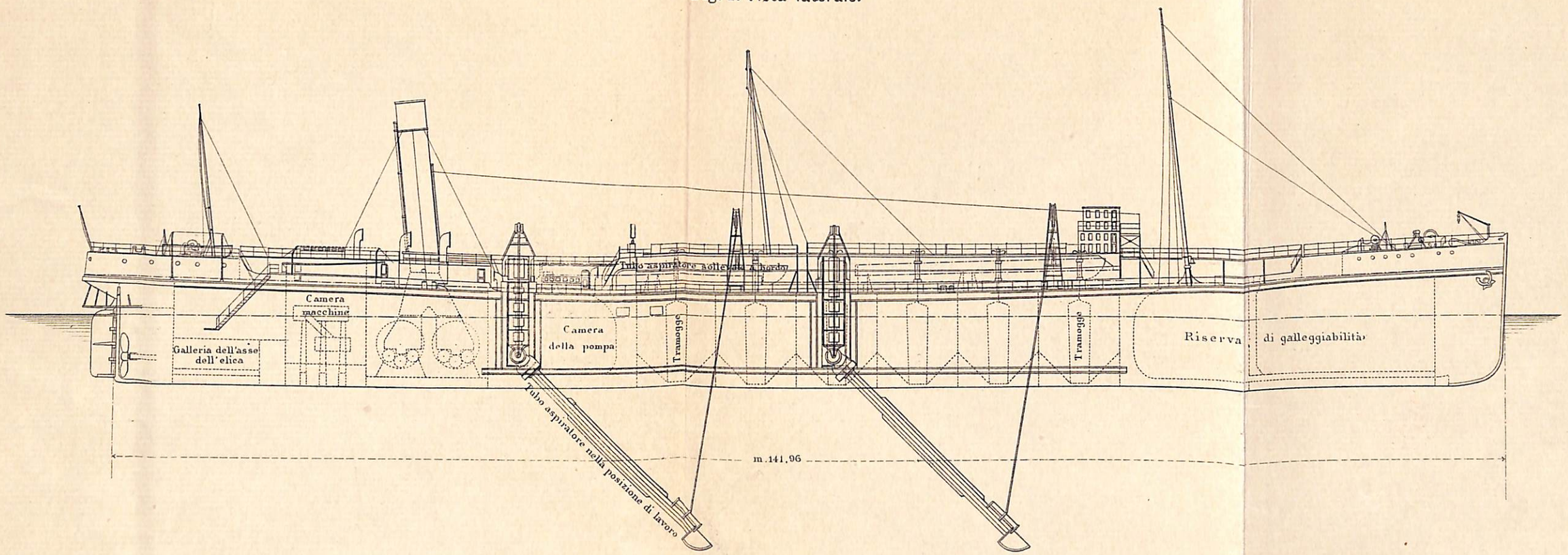
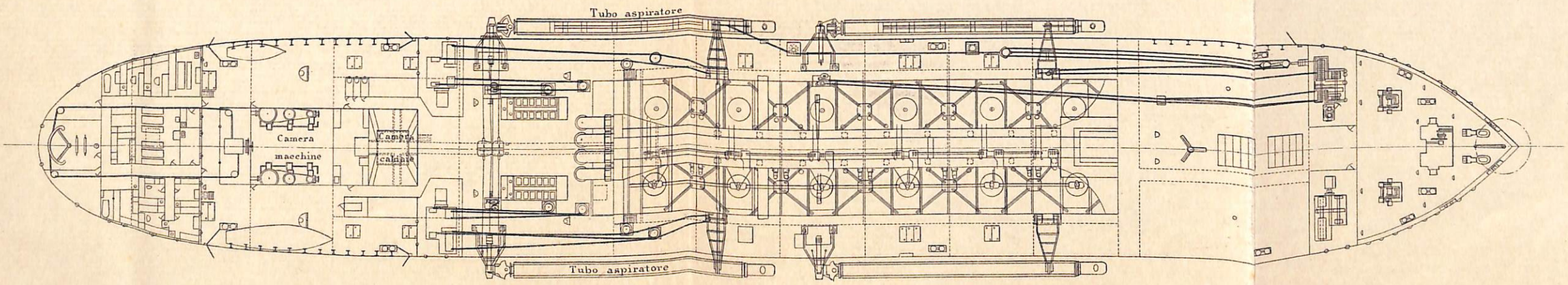
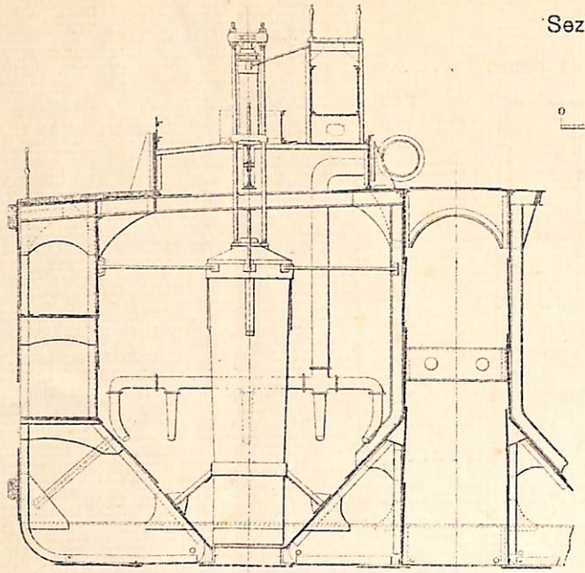



Fig. 2. Piano della coperta.



PROVINCIA DI TORINO

Fig. 5. Sezione trasversale della draga « Coronation ».



Disposizione della tramoggia nelle draghe n. 5 e 7 per ridurre al minimo la quantità di sabbia trasportata dall'acqua di scarico.

Fig. 3.

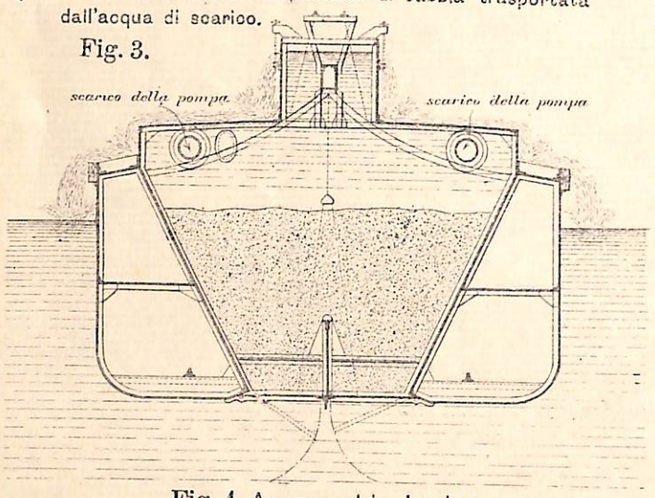



Fig. 4. Apparecchio Lyster.
per misurare all'orifizio di scarico la percentuale di sabbia contenuta nel miscuglio.

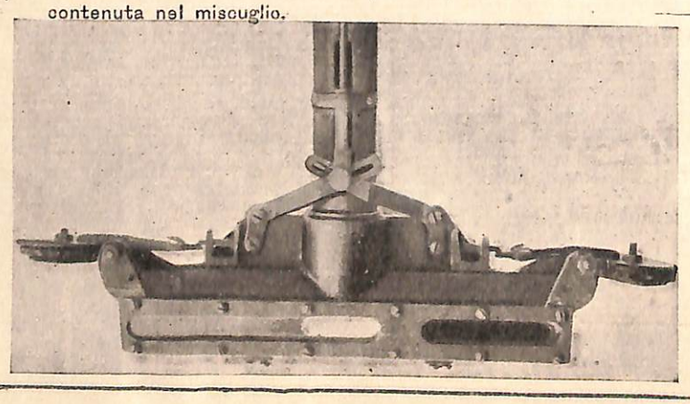
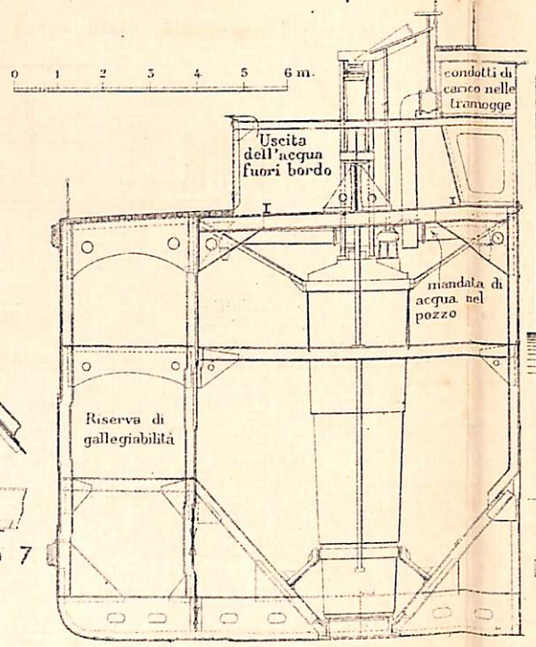
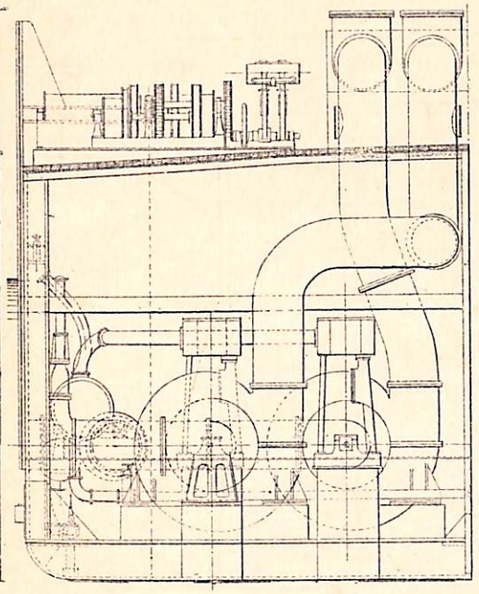


Fig. 6 a 9. Draga « Leviathan » - Disposizione delle macchine nelle camere delle pompe.

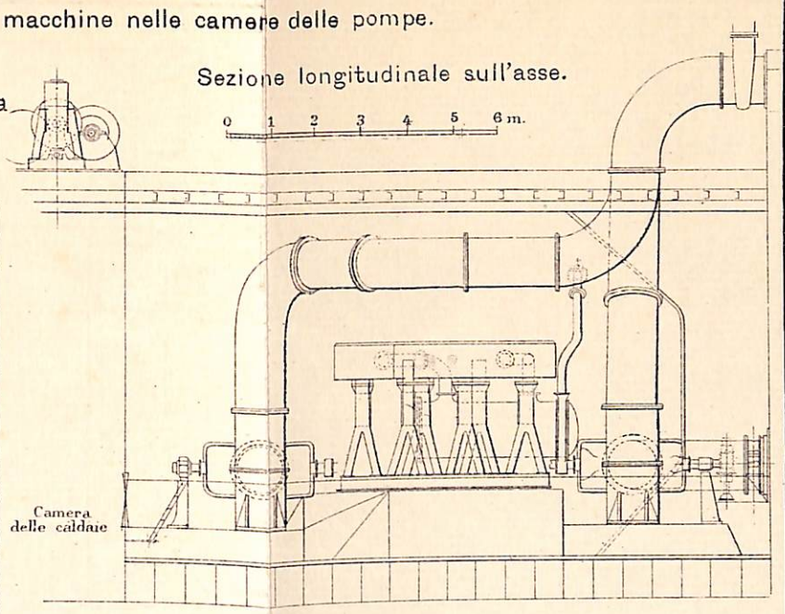
Sezione trasversale in corrispondenza del pozzo.




Sezione trasversale, vista verso prora



Sezione longitudinale sull'asse.




Pianta.

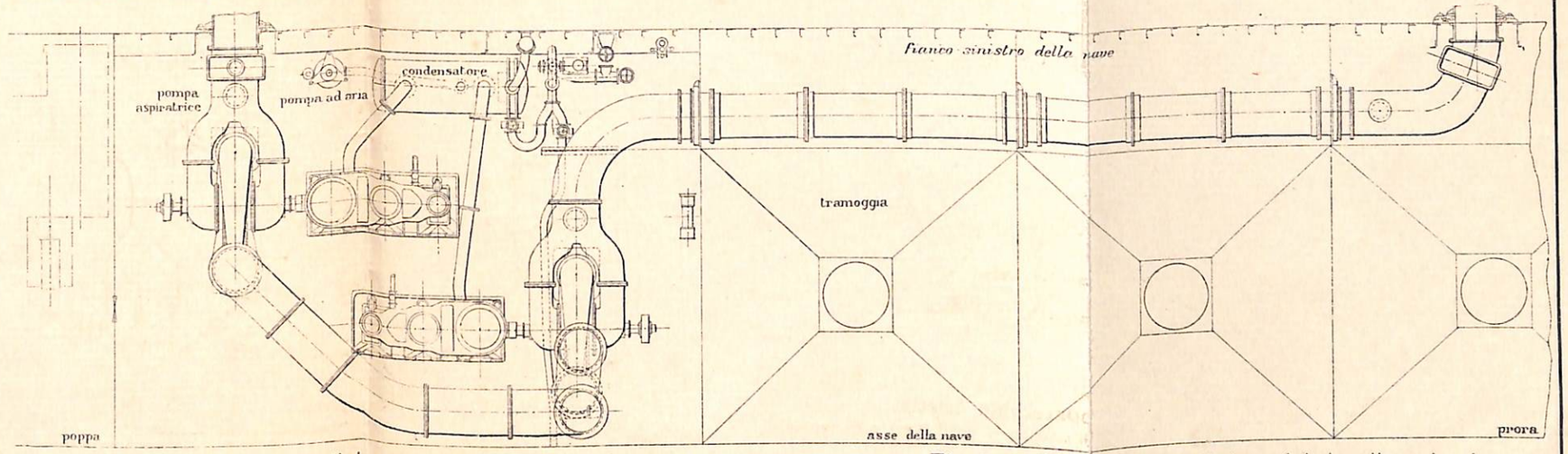



Fig. 1. Tipi di bocche sperimentati. tubo di aspirazione.

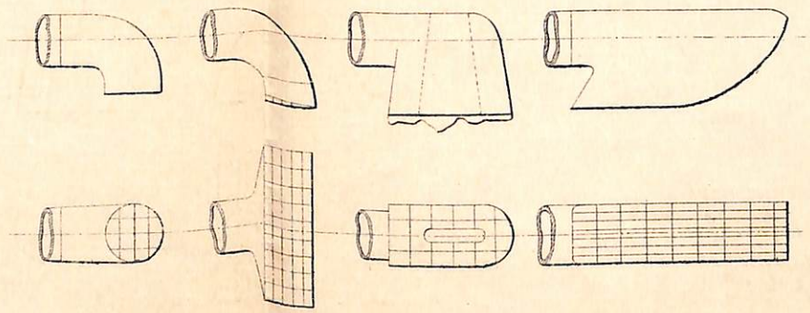
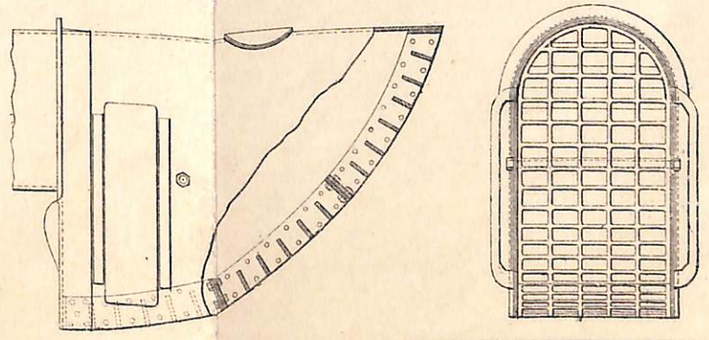


Fig. 2. Tipo di bocca adottato pel tubo di aspirazione.



PROVINCIA DI TORINO